



**Universidad
de La Laguna**

**TRABAJO DE FIN DE GRADO DE MAESTRO
EN EDUCACIÓN PRIMARIA**

EL TIMPLE Y LAS MATEMÁTICAS
PROYECTO DE REVISIÓN TEÓRICA

AUTOR:

MARIO MARTÍN ÁLVAREZ

TUTOR:

ISRAEL GARCÍA ALONSO

CURSO ACADÉMICO 2020/2021

CONVOCATORIA: MARZO

Resumen:

Este trabajo tiene como objetivo considerar e interpretar al timple como una herramienta para conectar contenidos de matemáticas y música

Para ello, por un lado, se investigará la relación que hay entre ambas áreas desde los pitagóricos, estudiando su monocordio y, posteriormente, con el Quadrivium. Por otro lado, se hará una breve síntesis del origen y la historia del timple en la música tradicional de las Islas Canarias, y se empezará a conectar al timple con contenidos matemáticos y musicales. Para finalizar se hará un análisis del curriculum de ambas asignaturas, escogiendo unos criterios y contenidos de sexto de Primaria y se elaborará una propuesta para llevar al aula, donde se trabajará de forma interdisciplinar esos contenidos de ambas áreas con el timple como herramienta base.

Palabras claves:

Timple, matemáticas, música, educación primaria.

Abstract:

This work aims to consider and interpret timple (traditional instrument) as a tool to connect mathematics and music content

For this, we will study the relationship between this two subjects that began from the Pythagoreans, with their monochord and, later on, the Quadrivium. On the other hand, a brief synthesis of the origin and history of the timple in the Canary Islands, and how the timple can be used to improve mathematical and musical content.

Finally, we make an analysis of the curriculum of both subjects, and then, we select some assessment criteria and some contents of the Year Six of Primary Education, with which will design some activities that can be develop to the classroom, where these contents of both areas will be worked on in an interdisciplinary way with the timple as the base tool.

Key words:

Timple, mathematics, music, Primary Education.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN-----	4
2. MÚSICA, MATEMÁTICAS Y EDUCACIÓN-----	6
2.1 LA ESCUELA PITAGÓRICA-----	6
2.2 TONOS Y SEMITONOS EN LA ESCALA MUSICAL-----	8
2.3 QUADRIVIUM-----	9
3. EL TIMPLE: ORIGEN E HISTORIA-----	10
4. EL TIMPLE: UN INSTRUMENTO PARA TRABAJAR LAS MATEMÁTICAS--	12
4.1 VOCABULARIO GEOMÉTRICO-----	12
4.2 CONSTRUCCIÓN DE TRASTES Y LA MEDIDA-----	13
4.3 NOTAS MUSICALES EN UN SISTEMA CARTESIANO-----	15
4.4 LOS ACORDES Y MOVIMIENTOS EN EL PLANO-----	16
5. EL CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS Y MÚSICA EN 6° DE PRIMARIA.-----	18
6. PROPUESTA PARA EL AULA-----	20
6.1 ACTIVIDAD 5 : OBSERVAMOS NUESTRO TIMPLE-----	21
6.2 ACTIVIDAD 2 : CALCULAMOS NUESTROS TRASTES-----	21
6.3 ACTIVIDAD 3 : ACORDES Y MOVIMIENTO-----	22
6.4 ACTIVIDAD 4: NOTAS DEL TIMPLE EN COORDENADAS-----	22
6.5 ACTIVIDAD 5 : TRABAJAMOS LOS INTERVALOS EN EL TIMPLE-----	23
6.6 ACTIVIDAD 6 : HUNDIMOS LAS NOTAS EN EL DIAPASÓN-----	23
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES-----	24
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	26
9. ANEXOS-----	29

1. INTRODUCCIÓN

Durante muchos siglos se ha considerado que las matemáticas y la música tienen cierta relación entre sí.

Por una parte, la matemática estudia los números, sus patrones y formas y estos elementos son inherentes a la ciencia, la composición y la ejecución de la música. (Blázquez Lozano, 2012). Y por otra, podríamos considerar la música como la “conexión de nuestro yo interno y el mundo, una vía de mostrar a los demás y a nosotros mismo los sentimiento y emociones que guardamos” (Hernández Camas, 2016, p. 4). ¿Pueden tener relación? ¿Cómo es posible que una disciplina científica se relacione con una disciplina artística? Y lo que es más importante, ¿qué relevancia puede tener esta relación para la enseñanza?

La **Música**, según la **Real Academia Española (RAE)** “*es el arte de combinar los sonidos de la voz humana o de los instrumentos, o de unos y otros a la vez, de suerte que produzcan deleite, conmoviendo la sensibilidad, ya sea alegre, ya sea tristemente*”.

Según **Aristóteles**,

“La música debe practicarse no a causa de un solo beneficio, sino de muchos, pues debe cultivarse con vistas a la educación y a la purificación (...) para distracción, para relajamiento y para descanso tras la tensión del trabajo” (Política, 1341 b 35-42).

La **Matemática** es, según la **RAE** “*la ciencia deductiva que estudia las propiedades de los entes abstractos, como números, figuras geométricas o símbolos, y sus relaciones*”

Como podemos observar, ambas definiciones no tienen nada que ver entre sí, ya que, según la RAE y tal y como avanzábamos, la música es un arte y las matemáticas una ciencia, pero en sus inicios, ya desde la antigüedad, tenían mucha *relación*. A lo largo de este trabajo estudiaremos la *relación* que se forjó inicialmente entre la música y la matemática y qué repercusiones ha tenido y está teniendo en la formación actual de ambas disciplinas.

Es conocido que combinar diferentes disciplinas durante la enseñanza y el aprendizaje enriquecen este proceso y permiten desarrollar una visión que no sea compartimentada en rincones de conocimiento. Este modo de enseñar, si consideramos las materias de matemáticas y música, permite además desarrollar en los estudiantes aspectos relacionados con la creatividad y la resolución de problemas. En este sentido, ser creativo desde la matemática, lo podemos definir como el resultado de “encontrar una nueva combinación del contenido que ha

sido creado”, pero, a su vez, ser creativo desde la música es la “habilidad de presentar un resultado inesperado e ingenioso que de seguro será también adaptable” (Hümmer et al., 2011, p. 178-179). Pues ya hemos encontrado un nexo común, pues la creatividad en ambos casos es un aspecto a desarrollar por cada una de las disciplinas. Y no será la única relación que van a mantener.

Tanto la música como las matemáticas son sistemas de símbolos que coinciden e interactúan entre sí. (Mall, et al. 2016). Por tanto, el lenguaje simbólico, que tiene un significado y debe ser interpretado, será otro aspecto común a ambas disciplinas.

A lo largo de este trabajo nos centraremos en analizar las dos áreas mencionadas y lo haremos utilizando un instrumento como medio de conexión de ambas materias. En este caso lo haremos a través del timple, que servirá de nexo de los contenidos matemáticos y musicales, con el fin de ofrecer de forma tangible la relación que las dos materias

Para ello comenzaremos con un breve análisis de la evolución histórica de la música, empezando por la importancia que tuvo el estudio que realizó Pitágoras acerca del monocordio y el análisis de la consonancia y la armonía que existía entre los sonidos producidos por una cuerda. Seguiremos el recorrido histórico estudiando la música popular canaria y cómo se introduce el timple en ella. Cerraremos esta primera parte del trabajo analizando aspectos de aprendizaje que nos brinda el estudio del timple y ofreceremos ideas sobre cómo se podría integrar en el aula con el objetivo de desarrollar el aprendizaje de las matemáticas.

Seguidamente desarrollaremos un análisis del currículum de ambas áreas, centrándonos en 6º de Primaria y seleccionando los contenidos que se pueden trabajar desde ambas materias.

Finalizaremos este trabajo ofreciendo una pequeña propuesta para el aula, a modo de sugerencia, para desarrollar los contenidos seleccionados a través de este instrumento musical: el timple.

Con este trabajo pretendemos desarrollar una fuente de oportunidades para trabajar la música y las matemáticas haciendo uso de instrumentos musicales y otros medios, que faciliten el aprendizaje de ambas materias y promuevan la interconexión entre las diferentes materias.

La motivación en la elección del tema ha sido la propia experiencia con el timple, que desde un principio fue un mero instrumento de acompañamiento dentro de las parrandas, y actualmente ha obtenido el papel de instrumento solista, donde se utiliza para la interpretación de diferentes estilos musicales como pueden ser la música clásica o el jazz.

Aunque actualmente hay personas que no lo logran conectar, el vínculo entre la música y las matemáticas ha sido estudiado desde hace siglos como veremos en el punto 2. Música, Matemáticas y Educación.

2. MÚSICA, MATEMÁTICAS Y EDUCACIÓN

Aunque se sabe de la existencia de la actividad musical desde la prehistoria, esta manifestación cultural ha evolucionado con la humanidad y ha estado presente en todo momento. Eso sí, desconocemos la música que la humanidad en la prehistoria, desarrollaba. Pero sobre la evolución de las matemáticas podemos decir lo mismo, pues desde un primer momento, el humano ha necesitado contabilizar y pensar cantidades. No haremos un estudio exhaustivo de la evolución histórica de ambas materias, sino que nos pararemos en los momentos que consideramos relevantes y que muestran de forma muy evidente la relación entre ambas manifestaciones culturales.

La relación entre las matemáticas y la música no es ni mucho menos nueva, pues desde los griegos se estudiaba la relación entre ambas. (Martín Moreno, 1984)

Como afirma Páez Gutiérrez (2009), “la relación entre la música y las matemáticas [...] se inició por culturas antiguas como la caldea, la egipcia, la babilónica y la china, pero fueron los pitagóricos los que [...] unieron la música y las matemáticas” (p. 91).

Veamos algunos momentos donde esta relación fue claramente manifiesta.

2.1 LA ESCUELA PITAGÓRICA

Es de sobra conocido que para los griegos la música tiene una conexión evidente con el resto de ramas del conocimiento, entre otras cosas por ser para ellos la base del conocimiento. (Miyara,2005)

Este mismo autor, nos explica que la escuela de **Pitágoras** se interesó principalmente en la ciencia de los intervalos musicales, esto es, en las relaciones entre sonidos y qué hace que pasemos de un sonido a otro. Para desarrollar este estudio, crearon “**el monocordio**”, un instrumento de una sola cuerda, a través del cual y, por medio de subdivisiones, analizaban los sonidos que producía y su relación con las subdivisiones que realizaban a la cuerda. El logro fundamental de la escuela Pitagórica con este estudio fue la relación que tiene la armonía de los sonidos producidos por el monocordio y las subdivisiones en partes de igual longitud de la cuerda.

Abdounur. (2009), por su parte, afirma “que el experimento del monocordio representó en Grecia el inicio de una ciencia orientada hacia las matemáticas, teniendo razón y proporción como conceptos esenciales” (p. 65).

Un poco más adelante en el tiempo, Arquitas de Tarento descubre que, a través del manejo de diferentes proporciones y las armonías que estas generan, se consiguen las distintas medias que conocemos hoy en día: aritmética, armónica y geométrica (Tomasini, 2007).

La primera de las proporciones que menciona Arquitas de Tarento es la **media aritmética**.

A través de esta proporción, determinamos la relación que hay entre una nota y su quinta. Esto se denominó como el intervalo de quinta y su valor es 3/2.

Su fórmula se expresa de la siguiente manera, siendo b media aritmética de a y c:

$$b=(a+c)/2$$

La segunda de las proporciones que nombra este autor es la **media armónica**.

Con esta proporción definiremos la relación que hay entre una nota y su cuarta.

Esto da nombre al intervalo de cuarta y su valor es 4/3.

Su fórmula matemática es la siguiente:

$$b=2ac/a+c$$

Y, finalmente, la tercera proporción que cita Arquitas de Tarento es la denominada **media geométrica**.

Con esta proporción conseguiremos la relación entre una nota y su octava.

A esta relación se denominó intervalo de octava y su valor es 2/1.

Esta media se expresa matemáticamente de la siguiente forma:

$$a/b=b/c$$

Existe una cuarta proporción que sirve para hallar el **intervalo de un tono**, y su valor es 9/8.

Su expresión algebraica es la siguiente:

$$b= \text{media aritmética } (a+c/2) / \text{media armónica } (2ac/a+c).$$

En la siguiente tabla podemos ver toda esta relación sobre los intervalos, su valor, sus proporciones y su expresión algebraica (Figura 1).

Nombre del intervalo	Valor del intervalo	Tipo de proporción	Expresión algebraica
<i>Cuarta perfecta</i>	$\frac{4}{3}$	<i>armónica</i>	$b = \frac{2ac}{a+c}$
<i>Quinta</i>	$\frac{3}{2}$	<i>aritmética</i>	$b = \frac{a+c}{2}$
<i>Octava</i>	$\frac{2}{1}$	<i>geométrica</i>	$\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$
<i>Tono</i>	$\frac{9}{8}$	<i>aritmética</i> <i>armónica</i>	$b = \frac{\frac{a+c}{2}}{\frac{2ac}{a+c}}$

Figura 1. Tabla de la relación entre los intervalos, su valor, su proporción y expresión algebraica. Fuente: (Tomasini, 2007, p.21.)

Como hemos indicado anteriormente, la finalidad del estudio de las medias era hallar la relación de los sonidos.

De esta forma, la escuela pitagórica estableció los primeros fundamentos de la relación de los intervalos en la música, obteniendo fórmulas matemáticas que permitirán hallar las frecuencias específicas de cada sonido a partir de la frecuencia conocida de una nota (Hernández Camas, 2016, p.24).

¿Cómo adquirieron los valores de los intervalos y la octava musical?, mediante “la propiedad que relaciona la longitud de un objeto vibrante con una nota musical determinada” (Tomasini 2007, p.16).

Considerando el intervalo de octava como la sucesión de las ocho notas de la escala, el valor de la frecuencia se vincula a la relación entre la longitud de la onda y la velocidad del sonido. (Hernández Camas,2016, p.24).

La fórmula resultante de dicha relación es $f=v/l$.

El resultado de las frecuencias para dar el valor de cada nota es la siguiente:

Do=261

Re=293

Mi=328,8

Fa=348,3

Sol=391,1

La=438,9

Si=492,7

DO=522

2.2. TONOS Y SEMITONOS EN LA ESCALA MUSICAL

Como ya hemos estudiado en el apartado anterior, se le atribuye a Pitágoras la obtención, a través del monocordio, de los intervalos y las notas musicales (Blázquez Lozano,2012).

Las ocho notas de la escala musical se encuentran separadas entre sí por intervalos de **tono** o de **semitono**. Como hemos visto, el valor del intervalo de un tono es 9/8. En cambio, el intervalo de un semitono no equivale a la mitad del intervalo de un tono, a pesar de su nombre, puesto que su verdadera razón es 256/243 (Tomasini,2007, p 22).

El intervalo de octava está compuesto por cinco tonos y dos semitonos, del modo de que existen dos intervalos en la escala natural que están separados por un semitono. La correlación de tonos y semitonos de esta escala es la siguiente:

do(T) re(T) mi(St) fa(T) sol(T) la(T) si(St) do

La (T) significa la distancia de un tono y la (St), la distancia de un semitono. De este modo podemos decir que siempre existirá la distancia de un semitono entre las notas mi-fa y si-do.

El nombre de las notas de la escala DO, RE, MI, FA, SOL, LA, SI, son reconocidas por la notación musical latina (Merino de la Fuente, 2008).

En la práctica musical actual, el uso de los siete sonidos de la escala musical no es suficientes ya que es necesario cambiar de tonalidad, o como es lo mismo, coger como nota fundamental una distinta del DO. (Blázquez Lozano, 2012)

Por ello, es necesario las alteraciones que son aquellas que modifican a las notas naturales y las aumentan o disminuyen según sea necesario.

Estas alteraciones son los sostenidos (#) y los bemoles (b).

Los sostenidos (#) son aquellas alteraciones que modifican a una nota y le suman medio tono (semitono). Esto aumentará la frecuencia de un sonido. Ej: Do#. Esto hace que haya un semitono entre la nota Do# y Re y un tono entre la nota Si y Do#.

Los bemoles son aquellas alteraciones que modifican a una nota y le restan medio tono (semitono). Esto disminuirá la frecuencia de un sonido. Ej: Reb. Esto hace que haya un semitono entre la Do y Reb y un tono y medio entre la nota Reb y Mi.

2.3 QUADRIVIUM

Los pitagóricos y sus estudios sobre los fundamentos matemáticos de la música, han contribuido a la elaboración de todos los manuales de música que se elaboraron posteriormente y que conocemos hoy en día (Blázquez Lozano, 2012).

La cultura griega clasificó a las Artes en dos grupos principales: apotelético, donde el propio autor es el único protagonista de la producción de su obra y en el que están englobadas en la Pintura, la Escultura y la Arquitectura; y las artes musicales, que son aquellas en las que se necesita uno o varios ejecutantes para su creación y que están incluidas disciplinas como la Música, la Danza y la Poesía (Clerc González, 2003).

El conjunto de textos que introducen las ciencias exactas ya estaba estipulado por los pitagóricos en el siglo IV a.C., y estaba compuesto por cuatro mathemata: aritmética, geometría, astronomía y música (De Guzmán 1986).

Como ya hemos visto, los pitagóricos consideraban a la Música como una disciplina matemática por el manejo que tenía de las proporciones, razones y números. Esto hizo que, posteriormente se considerase la música como la ciencia del sonido y la armonía (Malumbres

Pasquier, 2014). Así, en la Edad Media, las disciplinas académicas, oficios o profesiones se denominaron artes liberales, pues las ejercían las personas libres, en oposición a las artes serviles, propias de esclavos (Wikipedia). En este momento, se establecieron siete artes liberales divididas en dos secciones: trivium y quadrivium. El trivium se consideraba la rama del lenguaje, compuesta por: gramática, dialéctica y retórica; mientras que, el quadrivium, agrupaba las disciplinas relacionadas con las matemáticas, y estaba compuesta por: aritmética, geometría, astronomía y música.

El Trivium era estudiado antes ya que concedía al estudiante la autonomía intelectual suficiente para poder estudiar el siguiente grupo, esto es, el Quadrivium.

Vemos que la música se consideraba parte del aprendizaje del conocimiento matemático y, ambas siguen formando parte del currículum de aprendizaje de los estudiantes desde que comienzan su escolarización.

3. EL TIMPLE: ORIGEN E HISTORIA

La historia de la música en Canarias pasa a través del poeta y dramaturgo Lope de Vega, quien se había interesado por las manifestaciones folclóricas de diferentes pueblos y escribió una comedia titulada “Los Guanches de Tenerife”. En esta comedia, introduce el baile cantado denominado “El Canario”, que se atribuye a los mismos aborígenes. Posteriormente, Juan Reyes Bartlet, músico y director de la Escuela de Música del Puerto de la Cruz en Tenerife en los años veinte del siglo pasado, destacó la existencia de un instrumento autóctono denominado “tajaraste”, que utilizaban los antiguos canarios en sus danzas y bailes. Se trataba de una especie de tambor, que actualmente da nombre a un baile típico de las Islas Canarias.

Después de la conquista de Canarias, provocó una fuerte influencia europea y, en este sentido, el historiador Antonio de Viana (1578-1650) cuando construye el instrumentario de las islas, señala la existencia de un mestizaje musical de ambas culturas: la insular y la europea. Así, este autor indica que, junto a los instrumentos como la flauta y el tambor, introducidos en Canarias en la época de la conquista, aparecen el sonajero con raíces prehispánicas y un grupo de cuatro aerófonos semejantes al clarinete.

Antonio de Viana declara que no existía ningún instrumento de cuerda autóctono en las islas y que los que hubo provienen de los colonizadores y que los introdujeron en diferentes etapas. El primer instrumento de cuerda que se conocería es una guitarra, “vihuelas” grandes y chicas (estas últimas también conocidas como **timples**), etc..., recogidos en documentos de la Inquisición y en inventarios en los siglos XVI al XVIII. (Siemens Hernández, 1977).

El timple se ha convertido en uno de los instrumentos musicales más representativos de la música popular canaria, pero se desconoce cuál ha sido su origen. Se dice que se denominaba antiguamente como el “guitarrillo majorero” aunque estudios recientes nos hacen pensar que el timple no se desarrolló completamente en Canarias.

Canarias era una zona de paso para muchas embarcaciones de diferentes orígenes europeos para cruzar a América. Si hacemos un recorrido por diferentes lugares europeos, nos encontramos instrumentos parecidos al timple, pero también si nos vamos a países latinoamericanos. Así, nos encontraremos con instrumentos como el “guitarrillo”, el tiple o la mandolina; el charango en Argentina o Perú, el cavaquinho en Brasil, el cuatro en Venezuela... Landeria (2020) en su tesis, nos habla de otro instrumento de la región de Murcia que tiene mucha similitud con el timple canario y que se denomina “guitarro murciano” de cinco cuerdas, aunque antiguamente también se conocía como “timple”. Este instrumento era un poco más grande que el timple canario y tenía otra afinación.

Esta conexión pone de manifiesto que nuestro actual timple es el resultado de la evolución de diversos instrumentos de cuerda y del contacto entre todos estos pueblos.

El timple que conocemos hoy en día llama la atención por su tamaño y su sonoridad que lo hace único frente al resto de instrumentos de cuerda.

Pero el timple también ha evolucionado a lo largo del tiempo. Al principio contaba con una caja de resonancia estrecha, alargada y abombada por debajo, pero, actualmente, su caja ha evolucionado hacia un diseño plano que no afecte a su sonoridad.

Por otro lado, el número de cuerdas con las que cuenta el timple tampoco ha sido siempre el mismo pues ha variado entre cuatro y cinco, dependiendo de la isla. Actualmente la tendencia es a que todos los tipples cuenten con cinco cuerdas.

El papel que ha tenido el timple en los grupos folklóricos ha sido, tradicionalmente, el de un instrumento que acompaña con sus rasgueos al resto de instrumentos que formaban las agrupaciones o parrandas de las islas. Aunque actualmente sigue siendo así, se ha producido en la última década una evolución. En este sentido, se ha desarrollado su enseñanza reglada a través del Conservatorio Superior de Música de Canarias. Pero, incluso, el timple ha salido del ámbito folklórico traspasando su música a otros estilos musicales como son el flamenco o el jazz, e incluso ha llegado a cruzar fronteras de la mano de grandes intérpretes.

4. EL TIMPLE: UN INSTRUMENTO PARA TRABAJAR LAS MATEMÁTICAS

Para trabajar las matemáticas con la música, existen diversas propuestas como pueden ser trabajar con instrumentos musicales como el monocordio, creado por la escuela Pitagórica; a través de los elementos musicales como la duración de las figuras, los compases...

Y es que, según Jauset Barrocal (2008) “estudios científicos avalan la tesis de que el aprendizaje de un instrumento musical es de gran ayuda para la comprensión de las matemáticas pues el procesamiento de ambas materias lo realizan las mismas áreas cerebrales” (p. 74).

En este caso, se ha elegido el timple como el instrumento vehicular del aprendizaje matemático por la posibilidad que puede tener a la hora de explicar conceptos musicales y su relación con las matemáticas.

Para ello, veremos algunos ejemplos de actividades que pueden promover esta relación entre la música y la matemática y cómo el timple contribuye a esto. Estudiaremos aspectos relacionados con el vocabulario, las proporciones, las coordenadas en los ejes cartesianos, los números negativos, y los movimientos en el plano.

4.1 VOCABULARIO GEOMÉTRICO

El timple consta de diferentes partes y cada una con una denominación específica. Nuestro interés es doble, por un lado, identificar las partes del timple y por otro, cuando se describa debemos utilizar el vocabulario geométrico que nos aporta las matemáticas. En la siguiente imagen se identifican las partes del timple. (figura 2)



Figura 2: Partes de un timple.

Fuente: <https://actividadessocioculturales.com/adultos/el-timple/>

BOCA: la boca es lo por donde sale el sonido del instrumento y cómo podemos observar tiene forma de circunferencia.

PUENTE: el puente es donde se amarran las cuerdas y si nos fijamos bien podemos observar que tiene forma rectangular.

TRASTES: los trastes son aquellas subdivisiones que tiene el diapasón y que sirve para que divida la cuerda con diferente longitud al pisarla en el traste y que al vibrar suene cada nota del instrumento. Se tiene que pulsar con un dedo cada traste para que suene el instrumento. Como podemos observar, a su vez, cada traste tiene forma rectangular.

DIAPASÓN: es dónde están situados los trastes del instrumento y podemos observar que tiene forma rectangular.

El timple puede presentarse en dos formatos, cada uno con diferente longitud desde el puente hasta el final del diapasón. Así, el timple puede presentarse con una longitud, de 40 o de 42 cm. A esto se le denomina timple “de tiro” 40 o “de tiro” 42. Esta longitud coincide con la longitud de la cuerda.

A la hora de describir cada una de sus partes podemos utilizar diferentes figuras geométricas, pero no es el único instrumento donde se puede desarrollar esta actividad.

En todos los instrumentos musicales podemos observar y localizar diferentes elementos que tienen forma de figuras geométricas como pueden ser la boca de las trompetas con su forma circular; el triángulo (instrumento) que como bien indica el nombre, tiene forma triangular o el tambor y su forma circular.

4.2. CONSTRUCCIÓN DE TRASTES Y LA MEDIDA

La posición de los trastes es un factor que se ha tenido en cuenta por los luthiers o constructores de instrumentos. La posición de las varillas de los trastes se ha ido mejorando a través de un proceso de ensayo-error. Antiguamente los primeros artesanos no disponían de herramientas matemáticas para localizar la posición y distribución de trastes en el diapasón. Actualmente esto ya es posible gracias a máquinas avanzadas que facilitan la ubicación de los mismos. Generalmente los constructores de timples ya tienen plantillas o moldes donde está determinada la distancia que debe haber entre cada traste. Aunque el avance es significativo, en cuanto a mejora de afinación y precisión, algunos estudiosos como Varieschi (2010), defienden el desarrollo matemático del diapasón, a través de un modelo donde utilizan una cuerda para calcular la posición de los trastes. Una vez desarrollado, se fue añadiendo algunas correcciones dependiendo en gran medida de la deformación de la cuerda y la ausencia de la

armonía. Aunque defienden que en un instrumento no puede haber una perfecta afinación en todas sus notas, existe la posibilidad de corregir la afinación a través de una serie de ajustes. (González Casal,2017)

Pero para poner la medida de cada traste es necesario saber conocer la proporción que permite que cada traste determine una nueva nota y como resultado de esta proporción aparece la denominada “la constante de temperamento”: **17,817**.

En este caso, el tamaño de cada traste está expresado en milímetros y podemos ver que van de mayor a menor tamaño, siendo la parte de la derecha de la imagen (Figura 3) el primer traste del timble y va de derecha a izquierda.

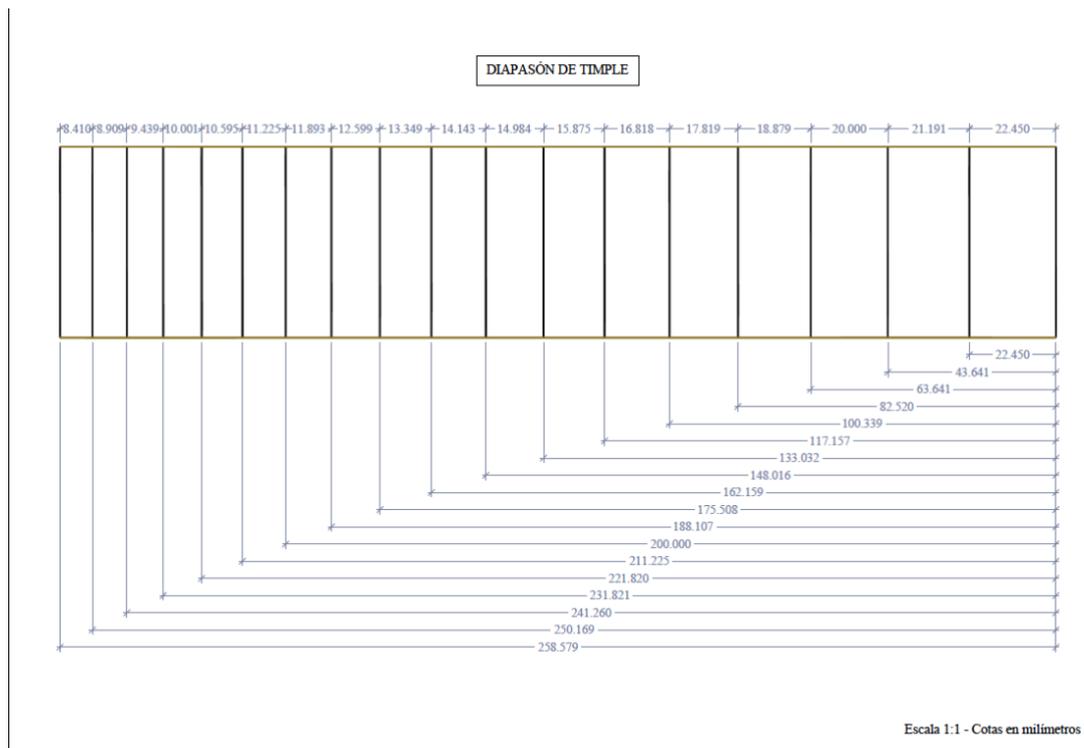


Figura 3. Cálculos necesarios para determinar los trastes de un timble

Fuente: Elaboración propia

En el caso del timble de tiro 40 cm, o lo que es lo mismo, de 400 mm, la distancia que hay entre el puente y el comienzo del diapason. Para calcular la longitud del primer traste, lo que haremos será dividir la longitud de la cuerda (400 mm) entre la constante de temperamento (17,817). El resultado nos dará 22,450468653533 mm, o lo que es lo mismo, redondeado a las milésimas, 22,450 mm.

Sabiendo que el primer traste tiene que medir 22,450. la mecánica para seguir poniendo el tamaño de los siguientes trastes es la siguiente:

Dividiremos a 22,450mm, la constante 17,817. El resultado nos dará 1,2600325531795mm.

Lo que tenemos que hacer ahora es restarle a 22,450mm el resultado obtenido y esto nos dará la medida del siguiente traste: 21,1899674468205mm, que redondeado a las milésimas nos dará 21,191mm.

Para calcular el tercer traste tendremos que hacer lo mismo, pero usando como referencia el traste anterior (el segundo traste) y así sucesivamente hasta llegar al traste 18, que es el número de trastes que tiene un timple.

Como vemos, para realizar el trasteado de un timple, estamos utilizando medidas por lo que también estamos viendo que la construcción de los instrumentos musicales requiere de conocimiento matemático.

4.3. NOTAS MUSICALES EN UN SISTEMA CARTESIANO

Cada nota tiene un lugar fijo, definido por su cuerda y el traste que pisemos. Es por ello que podremos asemejar el mástil del timple con un eje de coordenadas cartesianas. Partiendo de que hay 5 cuerdas, y que en cada cuerda hay 18 trastes, podemos utilizar dicho mástil para colocar notas y acordes y transcribirlo al lenguaje matemático utilizando para ello los pares de números ordenados que se relacionan con las coordenadas en un sistema cartesiano. (figura 4).

En este caso vamos a introducirlo en los números negativos para una mayor comprensión visual y evitar obstáculos con la comprensión matemática de los pares ordenados.

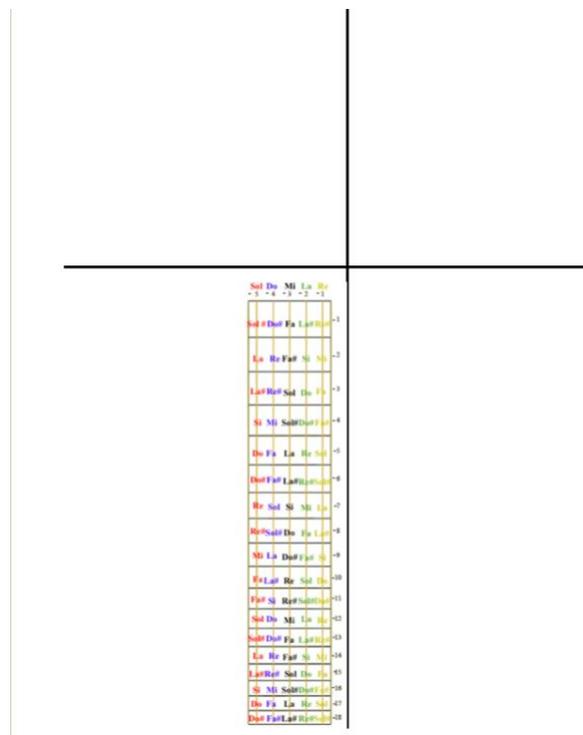


Figura 4. Diapasón del timple en el eje cartesiano

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar, se relaciona a cada traste del mástil con una nota o sonido. Vamos a centrarnos en la nota Do del tercer traste de la segunda cuerda. (Figura 5).

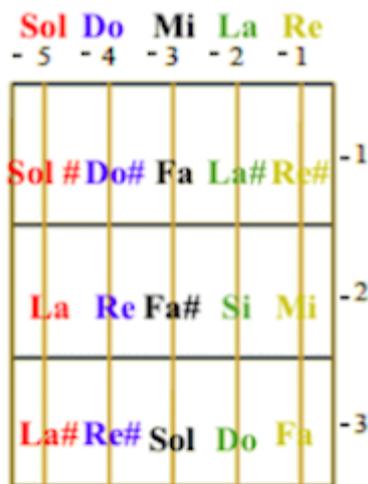


Figura 5. Sección de la figura 4 aumentada. Fuente: Elaboración propia.

En este caso para introducir esta nota en el eje de coordenadas, se tendría que nombrar en primer lugar el número de cuerda que es (-2) y posteriormente el número del traste donde está situada dicha nota (-3).

De esta forma, para nombrar la nota Do de la segunda cuerda sería: Do (-2,-3).

Veamos otro ejemplo, en este caso con la nota Re de la primera cuerda (figura 5).

Si nos fijamos, dicha nota no está situada en ningún traste, ya que es la afinación de la primera cuerda cuando se toca con la mano derecha sin pulsar ningún traste con la mano izquierda (al aire), la notación sería, en el eje de coordenadas de la forma: Re (-1,0), ya que, al no pulsar traste alguno, se nombraría con el 0 puesto que está en la misma línea del eje de coordenadas.

Esto es otra forma de relacionar al tiple con las matemáticas, trabajando en la formación de en las notas dentro del diapasón o mástil a través de pares coordenados.

4.4. LOS ACORDES Y MOVIMIENTOS EN EL PLANO

Cuando construimos un acorde, las cuerdas que pulsamos pueden formar figuras geométricas planas diferentes. Además, en ocasiones pasamos de un acorde a otro mediante alguno de los movimientos que se pueden hacer en el plano: traslación, giro y simetría. Vamos a observar estos movimientos con algunos ejemplos.

Si nos fijamos en la imagen de los acordes del timple (figura 6), podemos observar que los acordes que utilizan tres trastes (la mayoría de ellos) forman distintos triángulos, si unimos los puntos.

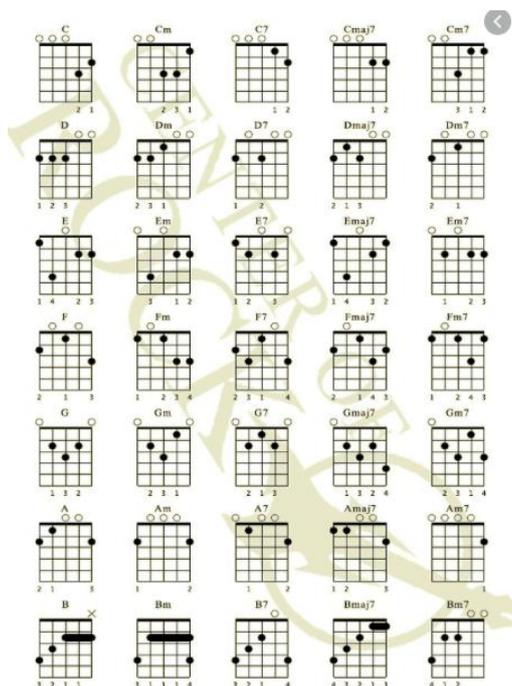


Figura 6. Tabla de Acordes del Timple Canario.

Fuente: www.bienmesabe.org

Veamos el ejemplo del acorde de Sol Mayor (figura 7).

SolM

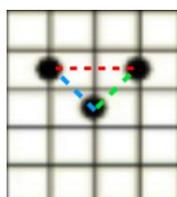
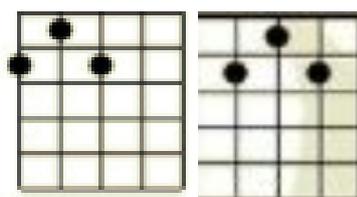


Figura 7. Sol Mayor. Fuente: www.bienmesabe.org

De esta forma, podemos trabajar la formación de figuras geométricas y el cálculo de ángulos utilizando los acordes y las posiciones en el timple. De igual manera podemos trabajar la traslación (figura 8) y la rotación (figura 9) a través de los movimientos de los mismos acordes.

ReMaj7

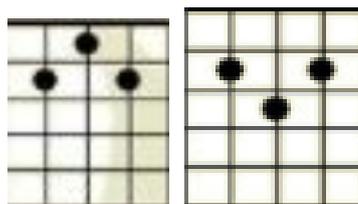
Sol7



Traslación (figura 8)

Sol7

SolM



Rotación (figura 9)

Como podemos observar, existen muchas formas de relacionar elementos matemáticos (números, figuras, medidas...) con elementos musicales (acordes, notas, instrumentos...) a través del timple. Actualmente, en Canarias existe la *Red de Enseñanza del Timple*, proyecto educativo del Centro del Profesorado Gran Canaria Noroeste que surge en el curso 2015/2016 coordinado por Juan José Monzón Gil y actualmente por Roberto Daniel Jiménez Talavera. Se trata de una propuesta para *utilizar* el timple como una herramienta transversal para trabajar de contenidos, no sólo en educación artística, sino en otras materias, como pueden ser matemáticas, lengua, sociales...; y está conformada por más de cien centros educativos y ciento treinta docentes con un total de cinco mil alumnas y alumnos de las ocho islas.

En Jiménez Talavera (2018) podemos ver un ejemplo de ello, donde se trabaja las matemáticas a través del timple.

5. EL CURRÍCULO DE MATEMÁTICAS Y MÚSICA EN 6º DE PRIMARIA.

Como hemos visto, a lo largo de la historia ha existido interés en conectar el aprendizaje de la música y las matemáticas, tanto desde la época de los griegos como posteriormente en el medioevo con las materias que se estudiaban en el Quadrivium.

En este capítulo vamos a analizar el currículo con la finalidad de destacar las oportunidades que este nos ofrece para conectar las matemáticas y la música en el aula.

La LOMCE (Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa) se publica el año 2013 y modifica la LOE (Ley Orgánica de Educación) del año 2006.

Entre los objetivos generales que plantea la LOMCE, destacamos que:

A. Música

En el caso de la asignatura de Música, el objetivo principal es desarrollar una sensibilidad estética en el alumnado a través de una enseñanza integradora y globalizadora, donde el alumno investigue, interprete, manipule y sea capaz de crear o improvisar. En este sentido la Educación Artística, en la que confluyen la música y la plástica, ayudará a experimentar, aprender y desarrollar diferentes habilidades, destrezas, estrategias y actitudes dentro del proceso continuo de enseñanza-aprendizaje.

También expone que la Educación Musical tiene un papel primordial en la socialización del alumnado, en el desarrollo del espíritu crítico y en el respeto por los gustos ajenos. Por otra parte, se presenta que dicha asignatura fomenta el equilibrio entre el desarrollo emocional y cognitivo.

En la actualidad, vivimos en un momento en la que se nos exige como sociedad, ser personas creativas, flexibles e innovadoras y la LOMCE incorpora todo esto a través de la asignatura de Música ya que ayuda a interiorizar, experimentar y aplicar estrategias creativas.

Para finalizar, la LOMCE da especial relevancia a la asignatura de Música, ya que posee un gran beneficio para el alumnado, y que, a través de ella se puede mejorar y potenciar la concentración y las habilidades y capacidades matemáticas, además de simplificar el aprendizaje de otros idiomas ayudándose del acento, la entonación y potenciando la memoria. Por todo esto, se le puede considerar, a la asignatura de música, como una materia transversal dentro del currículum de primaria.

B. Matemáticas

En cuanto a la asignatura de Matemáticas, la LOMCE menciona que la finalidad de la asignatura de Matemáticas actualmente en la Educación Primaria es la de *construir fundamentos del razonamiento lógico-matemático en el alumnado* de esta etapa y no centrarse sólo en la enseñanza del lenguaje simbólico-matemático (términos matemáticos), de esta manera se podrá cumplir su función *formativa*, que es la de contribuir al desarrollo cognitivo del alumnado; *al instrumental*, permitiendo posteriores aprendizajes tanto en el área de Matemáticas como de otras asignaturas; y al *funcional*, ayudando a la comprensión y la resolución de problemas de la vida cotidiana.

El estudio de las Matemáticas desarrollaría en el alumnado las *capacidades de razonamiento*, abstracción, análisis, síntesis, inducción o deducción, entre otras, que ayudan a ordenar y estructurar información, a encontrar semejanzas y diferencias, a argumentar con rigor y precisión... al proponer retos a la inteligencia, ofrecer oportunidades para la investigación, poner a prueba la imaginación y la creatividad, y provocar situaciones para la creación cooperativa de conocimiento y debate.

Con todo esto, las Matemáticas contribuirían a los objetivos de la etapa al poder desarrollar entre otros muchos aspectos, hábitos de trabajo individual y grupal/equipo, actitudes de confianza en uno mismo, esfuerzo, sentido crítico, iniciativa personal y curiosidad; de manera que capacita al alumnado para la resolución de problemas de la vida cotidiana y se favorece el aprendizaje de las tecnologías de la información y la comunicación.

Analizando el currículum podemos extraer algunas conclusiones:

- El primero de ellos es que tiene como objetivo principal/finalidad, *construir fundamentos del razonamiento lógico-matemático en el alumnado* de esta etapa y no centrarse sólo en la enseñanza del lenguaje simbólico-matemático (términos matemáticos). Con esto quiere decir que la asignatura de matemáticas en primaria no

se debe centrar en *enseñar términos matemáticos y fórmulas*, sino que el alumnado sea capaz de razonar por qué las cosas se hacen de esa manera y de qué forma las matemáticas les pueden ayudar a resolver problemas.

- En segundo lugar, podemos destacar del currículum que el estudio de las Matemáticas tiene que proponer retos a la inteligencia, ofrecer oportunidades para la investigación, poner a prueba la imaginación y la creatividad y provocar situaciones para la creación cooperativa de conocimiento y debate. Con todo esto, el currículum nos quiere decir que las Matemáticas no tienen que ser exclusivamente hacer ejercicios de sumas y restas, o resolución de problemas enunciados por un libro o dictado por el mismo docente. Las Matemáticas deben ser una asignatura donde el alumnado investigue, que haga diferentes retos de inteligencia, crear debates de por qué harían algo de una forma o de otra. Tiene que ser una asignatura que haga que el alumnado piense y reflexione, que haga uso de la imaginación y que adapte situaciones de su vida y resolverla con la ayuda de la cooperación en clase.

Centrándonos en el curso de 6º de primaria y relacionándolo con lo mencionado anteriormente en el apartado del timple, se han elegido los criterios de evaluación de ambas asignaturas que se relacionan directamente con una propuesta de aula para trabajar la música y las matemáticas a través del timple. (Véase anexo 1)

6. PROPUESTA PARA EL AULA

Hasta ahora hemos analizado el vínculo que existe entre matemáticas y música, partiendo de los pitagóricos y el uso que hacen del monocordio y llegando al estudio curricular y de los elementos comunes. A continuación, vamos a elaborar una breve propuesta para llevar a cabo en el aula donde se usará al timple como una herramienta transversal de música y matemáticas. Para ello, se dividirá en todas las actividades a la clase en grupos de 4-5 personas (dependiendo de la cantidad de alumnos que haya en el aula), para fomentar el trabajo cooperativo.

El objetivo que se pretende con esta propuesta es que el alumnado conozca más de cerca este instrumento típico de Canarias, el timple, en un contexto más cotidiano, sacándolo del ámbito del folclore y usándolo de excusa para adentrarnos en el mundo de las matemáticas, donde el alumnado tendrá que identificar elementos matemáticos y musicales utilizando el timple como medio, desarrollando una serie de actividades.

Hemos diseñado 6 actividades que pueden ser implementadas de forma continua o bien de forma independiente, intercaladas en medio de alguna otra actividad o tema, tanto de música como de matemáticas.

6.1. ACTIVIDAD 1: OBSERVAMOS NUESTRO TIMPLE (primera parte)

Objetivos de aprendizaje:

MAT:

- Reconocer figuras geométricas a través del timple

MUS:

- Identificar las partes del timple

Materiales: timple o fotografía del timple.

Descripción de la actividad:

En esta actividad, el alumnado tendrá que reconocer y escribir las partes del timple y buscarles relación con figuras geométricas Ej: Boca= circunferencia, para ello, se le dará a cada grupo una imagen del timple (anexo II) con el nombre de sus partes o bien un timple físico.

Una vez hecha esta relación, tendrán que hacer una breve descripción combinando ambos términos (partes del timple y figuras geométricas) en un folio que se tendrá que entregar al docente al finalizar la actividad.

6.2. ACTIVIDAD 2: CALCULAMOS NUESTROS TRASTES.

Objetivos de aprendizaje:

MAT:

- Aprender a utilizar instrumentos de medida de forma precisa y correcta
- Utilizar la razón de una proporción para calcular las longitudes en problemas cotidianos.

MUS:

- Conocer la distancia que hay entre los trastes del timple

Materiales: plantillas timple tiro 40 cm y 42 cm, regla

Descripción de la actividad:

Para esta actividad se le dará a cada grupo una plantilla del mástil vacío (anexo III), es decir, sin indicar los trastes. Estos mástiles serán de distintos tamaños con el objetivo de que cada grupo calcule la posición de sus trastes a través de la “constante de temperamento”: 17,817.

Para ello se les dará a unos grupos una plantilla de un timple de tiro 40cm (400 mm del puente hasta el inicio del mástil), y a otros grupos una plantilla de un timple de tiro 42 cm (420 mm del puente hasta el inicio del mástil).

Una vez hecho los cálculos de cada grupo, se pondrá en común los resultados con el resto de los grupos para ver qué diferencia han tenido y calcular una media de todos los grupos que

tienen un timple de tiro 40cm y otra media con todos los grupos que tienen un timple de tiro 42 cm.

Posibles dificultades:

En esta actividad podemos encontrar una gran variedad de resultados ya que en las operaciones van a salir muchos números decimales. Para ello, se tendría que aclarar que una vez hayan localizado la medida de un traste, lo redondeen a las milésimas.

6.3. ACTIVIDAD 3: ACORDES Y MOVIMIENTO.

Objetivos de aprendizaje:

MAT:

- Trabajar los movimientos de traslación y rotación a través de los acordes del timple

MUS:

- Reconocer las posiciones de los acordes del timple

Materiales: imagen de acordes

Descripción de la actividad:

En esta sesión, se entregará a cada grupo una tabla con los diferentes acordes que existen para timple (Anexo IV) y tendrán que localizar en dicha tabla aquellos en los que puedan existir relación a través de diferentes movimientos como traslación, rotación...

EJEMPLO:



6.4. ACTIVIDAD 4: NOTAS DEL TIMPLE EN COORDENADAS.

Objetivos de aprendizaje:

MAT:

- Trabajar las coordenadas en el diapasón del timple

MUS:

- Conocer la distribución de las notas en el timple

Materiales: Hoja de notas en el diapasón del timple, hoja de ejercicios de coordenadas

Descripción de la actividad:

En esta actividad, el alumnado tendrá que trabajar las notas y sus coordenadas en el diapasón, para ello se les entregará una tabla con las notas situadas en cada traste del timple (anexo V), y tendrán que resolver una hoja de ejercicios utilizando dicha tabla.

6.5. ACTIVIDAD 5: TRABAJAMOS LOS INTERVALOS EN EL TIMPLE

Objetivos de aprendizaje:

MAT:

- Conocer la distancia que hay entre una nota u otra a través de las coordenadas

MUS:

- Trabajar el uso de intervalos en el diapasón del timple.

Materiales: hoja de problemas de intervalos y coordenadas.

Descripción de la actividad:

En esta actividad trabajaremos los intervalos por medio de las notas del timple. Para ello se explicará que la distancia de un traste al siguiente es un semitono y que la suma de dos semitonos es un tono. Una vez explicado esto se dará una hoja con ejercicios y/o problemas que tendrán que resolver a través de intervalos entre una nota y otra. Ej: ¿cuántos trastes (semitonos) hay entre la nota Do de la segunda cuerda y la nota Sol de la segunda cuerda?

6.6. ACTIVIDAD 6: HUNDIMOS LAS NOTAS EN EL DIAPASÓN

Objetivos de aprendizaje:

MAT y MUS (Objetivos comunes)

- Reconocer las notas en el eje de coordenadas (diapasón o mástil) a través del juego
- Valorar la implicación del alumnado
- Respetar el turno de cada uno en el juego

Materiales: tableros (2 por persona).

Descripción de la actividad:

En esta actividad se trabajará las notas del diapasón por medio de una adaptación del juego “hundir la flota” donde el mástil se utilizará como un eje de coordenadas donde el alumnado tendrá que elegir 5 posiciones en todo el mástil, partiendo de que cada posición tiene un número determinado de trastes:

2 TRASTES

3 TRASTES

3 TRASTES

4 TRASTES

4 TRASTES

En esta actividad, jugarán en parejas y dispondrán de dos tableros (anexo VI) (dos diapasones) vacíos, uno donde se elegirá las posiciones y otro donde tendrán que ir apuntando las posiciones del compañero. De esta forma, trabajaremos las notas del diapasón, ya que, para averiguar cada posición, se tendrá que decir el número de la cuerda y la nota.

Ejemplo. Cuerda 2, Nota Mi.

7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado una búsqueda de información acerca de la relación que existe entre las matemáticas y la música, y que, como hemos podido comprobar, tienen un origen común en torno a la proporción. Aunque la música se haya separado de las matemáticas (antiguamente estaba considerada como una de las ciencias del *quadrivium*), sigue siendo fuente de recursos que se pueden trabajar en el aula conectando la música con las matemáticas.

Desde un principio, la idea de este TFG ha sido la de relacionar las matemáticas con la música a través del timple como herramienta base ya que desde muy pequeño me he nutrido de las enseñanzas de mi maestro y timplista Pedro Izquierdo, el cual, me ha enseñado todo lo que sé del timple. Actualmente sigo muy ligado al timple ya que lo utilizo constantemente en mis conciertos como timplista solista.

No ha sido fácil la búsqueda sobre ello, ya que no hay datos suficientes donde se registren el uso del timple en la asignatura de matemáticas. Lo único que existe actualmente es la Red de Enseñanzas del Timple, del Centro del Profesorado Gran Canaria Noroeste, que desde el curso 2015/2016 están utilizando el timple como una herramienta transversal para trabajar distintas áreas en Educación Infantil, Primaria y Secundaria.

Por todo ello, en este TFG se ha querido indagar aún más sobre las capacidades que el timple nos puede dar para trabajar otros contenidos, no solo musicales, y en este caso, introduciéndose en el área de matemáticas.

Recientemente, el músico y guitarrista Víctor Landeira ha realizado una tesis sobre la historia del timple y su evolución en las últimas décadas.

Actualmente el timple está empezando a coger protagonismo en el ámbito musical, ya que, hasta hace poco, estaba considerado como un instrumento de parranda y poco a poco se ha ido

transformando en un instrumento muy utilizado por muchos músicos en diferentes estilos musicales, hasta el punto de que hace tres años se ha introducido de forma reglada en los conservatorios de música de Canarias.

Por este motivo, en este TFG se ha querido dar un paso más, introduciéndolo dentro de la educación primaria, también en la asignatura de matemáticas.

Para la realización de este proyecto, hemos tenido la suerte de hablar con Juan Francisco Falcón León, docente de matemáticas en la ESO en el centro Educativo Salesianos de La Orotava, y reconocido como el 5º Mejor Docente de España y Mejor Profesor de Matemáticas de Canarias en la categoría de Educación Secundaria y Bachillerato por los premios EDUCA ABANCA en el año 2020.

En dicha conversación nos menciona que hace uso de la música en sus clases, ya que toca la guitarra y ha compuesto canciones para introducir contenido matemático y también ha hecho el experimento del monocordio como podemos ver en su blog (Falcón León, 2019).

En este trabajo nos hemos limitado a relacionar las matemáticas con la música de forma que se pueda conectar para trabajar el timple. Por eso hemos querido analizar aquellas cuestiones más visibles como pueden ser las formas geométricas y las partes del timple; los movimientos (traslación y rotación) con los acordes; las medidas y la posición de los trastes y las coordenadas y las notas musicales en el diapasón. Seguramente existan otras relaciones entre las matemáticas y la música, pero para este trabajo no hemos visto necesario incluirlas.

Todavía queda mucho por descubrir en la conexión de ambas áreas ya que cada vez que analizamos un trabajo o artículo, encontrábamos otras relaciones. Por eso creemos que se debería hacer más énfasis en buscar o investigar este campo, para obtener una mayor comprensión del amplio recorrido que pueden tener en conjunto música y matemáticas.

Personalmente, este trabajo me ha servido para poder acercar a mis futuros alumnos el papel del timple a través de las dos asignaturas ya que me ha ayudado a formarme mejor dentro de este ámbito y que doy por seguro, todavía me queda mucho por recorrer. Por eso animo a los futuros docentes a no dejar de insistir en la continua formación y en la búsqueda de nuevos contenidos, conocimientos, actividades; para impartir a nuestros alumnos, ya que no debemos caer en la comodidad de hacer todo igual que nuestros antepasados.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdounur, Oscar Joao y otros (2009). *La proporción: arte y matemáticas*, Volumen 266. Barcelona: ediciones GRAÓ.
- Aristóteles(384-322 a.C) *Política*.Biblioteca Clásica Gredos. Editorial Gredos S.A.
- Blázquez Lozano,R.M. (2012). *Música y Matemáticas* (Trabajo Fin de Grado, Escuela Universitaria de Educación y Turismo de Ávila) Recuperado de https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/123098/TG_BlazquezLozanoN_Musica_ymatematicas.pdf?sequence=1
- Clerc González, G. (2003). *La arquitectura es música congelada (Doctoral dissertation, Arquitectura)*.
- De Guzmán Ozámiz, M. (1986). *Historia de la Matemática hasta el siglo XVII*. Madrid: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Falcón, J. F (2019). El monocordio de Pitágoras y las matemáticas. Blog.Recuperado de: <http://yoquieroaprobar mates.blogspot.com/2019/01/el-monocordio-de-pitagoras-y-las.html>
- González Casal, P. (2017). *Estudio acústico y organológico del timple. Parámetros y tipologías* (Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia). Recuperado de <https://riunet.upv.es/handle/10251/80694>.
- Hernández Camas, G. (2016) *Música y matemáticas: aplicación interdisciplinar de la música como herramienta didáctica*. (Trabajo Fin de Grado, Universidad de Zaragoza). Recuperado de <https://zaguan.unizar.es/record/57126>
- Hümmer, A., Münz, M., Müller Kirchof, M., Krummheuer, G., Leuzinger-Bohleber, M., & Vogel, R. (2011). Erste Analysen zum Zusammenhang von mathematischer Kreativität und kindlicher Bindung. Ein interdisziplinärer Ansatz zur Untersuchung der Entwicklung mathematischer Kreativität bei sogenannten Risikokindern. In B. Brandt, R. Vogel, & G. Krummheuer (Eds.), *Die Projekte erStMaL und MaKreKi. Mathematikdidaktische Forschung am „Center for Individual Development and Adaptive Education“ (IDeA)* (pp. 175–196). Münster: Waxmann.
- Jauset Barrocal, J. A. (2008). *Música y neurociencia: la musicoterapia*. Barcelona: editorial UOC
- Jiménez Talavera, R. D. (2018) “Timpleando”. Recuperado de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoescuela/sa/2018/04/06/timpleando/>

- Landeira Sánchez, V. (2020). *El tiple canario en el contexto de las guitarras tiple hispano-portuguesas. Orígenes e historia del instrumento*. (Tesis doctoral, Universidad de La Laguna)
- Mall, P., Spychiger, M., Vogel, R y ,Zerlik, J. (2016) *European Music Portfolio (EMP) – Maths: ‘Sounding Ways into Mathematics’ Manual para el profesorado*
- Malumbres Pasquier, D. (2014). *Música y Matemáticas: Una relación educativa* (Trabajo Fin de Grado, Universidad Pública de Navarra). Recuperado de <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/15400/TFG14-Gpri-MALUMBRES-35948.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martín Moreno, A. (1984). *Fundamentos de la Teoría Musical*, Enciclopedia Salvat de Los Grandes temas de la Música, 4 tomos. Pamplona: Salvat.
- Merino de la Fuente, J. M. (2007). *Las vibraciones de la música*. Alicante: editorial Club Universitario.
- Miyara, F. (2005). *La música de las esferas: de Pitágoras a Xenakis...y más acá*. Rosario, Argentina: Universidad Nacional.
- Páez Gutiérrez, T. D. (2009). *Las Matemáticas a lo largo de la historia: de la Prehistoria a la Antigua Grecia*. Madrid: editorial Visión Libros.
- Real Decreto 89/2014. Boletín Oficial de Canarias. Por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias. 1 agosto de 2014.
- Siemens Hernández, L. (1977). *La música en Canarias: síntesis de la música popular y culta desde la época aborígen hasta nuestros días*. Editado por Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias. Dirección General de ordenación e Innovación Educativa. (extractado de la música en Canarias 2ªEd. Museo Canario 1977)
- Tomasini, MC. (2007) *El fundamento matemático de la escala musical y sus raíces pitagóricas*. C&T Universidad de Palermo, 15 – 27.
- Varieschi, G. y C. Gower (2010). “*Intonation and compensation of fretted string instruments*”. En: American Journal of Physics 78 (vid. págs. 50, 136).

WEBGRAFÍA

Artes liberales. (2021,16 de enero). Wikipedia, La enciclopedia libre. Recuperado de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Artes liberales&oldid=132443101](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Artes_liberales&oldid=132443101)

Blog de la Red de Enseñanza del timple. Recuperado de <http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/proyecto/35700471-0005/>

9. ANEXOS

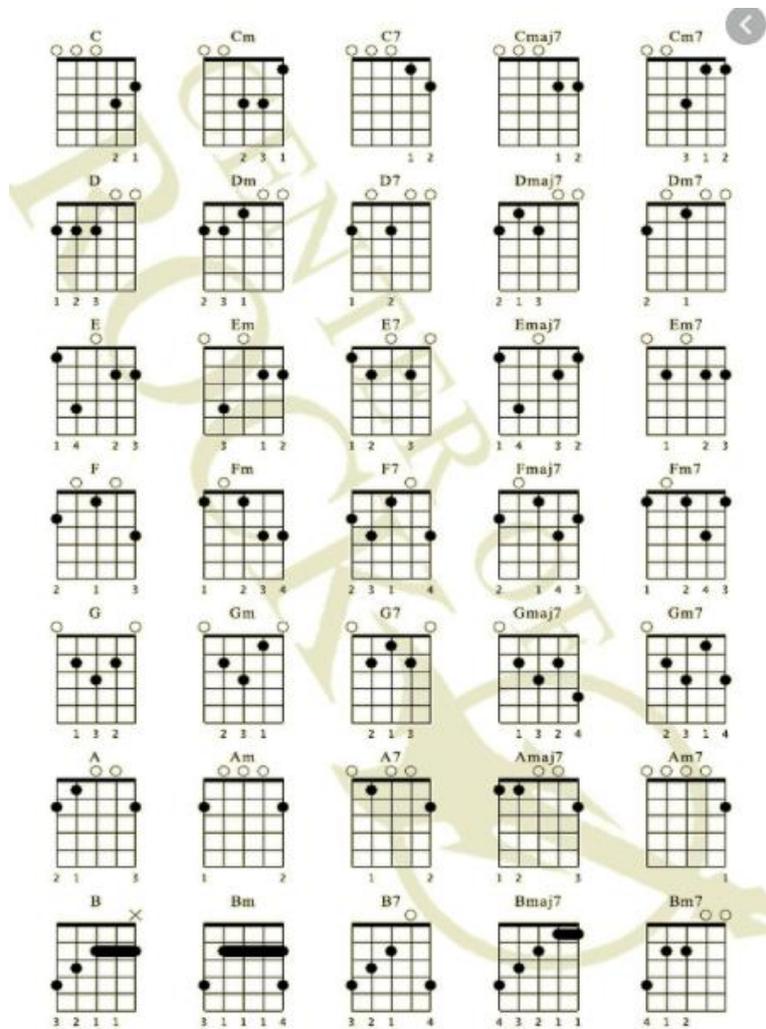
9.1 Anexo I: Criterios y Contenidos de 6º de Primaria para la propuesta al aula

EDUCACIÓN ARTÍSTICA (MÚSICA)
Criterio de Evaluación: 5. Analizar las posibilidades del sonido a través de la escucha activa, del estudio y de la descripción de los elementos que forman las diferentes creaciones musicales, como marco para la planificación del proceso creativo a partir de sus experiencias y vivencias.
Contenidos: 3.Reconocimiento y valoración de elementos musicales a través de las audiciones: grafía musical, tipos de voces, silencio, instrumentos, tempos, contrastes de velocidad e intensidad
MATEMÁTICAS
Criterio de Evaluación: 3. Utilizar los números naturales, decimales, enteros, fracciones y porcentajes, leyendo, escribiendo, ordenando y redondeando cantidades para interpretar e intercambiar información en contextos de la vida cotidiana. Razonar su valor atendiendo a la posición de sus cifras y a las equivalencias fracción-decimal-porcentaje.
Contenidos: 4. Representación con modelos manipulativos y en la recta numérica, comparación, ordenación y equivalencias de fracciones sencillas, además de sus números decimales y porcentajes equivalentes (mitades, tercios, cuartos, quintos y décimos, 0,50; 0,25; 0,75; 0,10; 0,20; 50%, 25% y 75%; 10% y 20%), para expresar particiones y relaciones sencillas.
Criterio de Evaluación: 6. Estimar, comparar, medir y expresar cantidades, en situaciones reales o simuladas, relacionadas con las magnitudes de longitud, peso/masa, superficie, volumen, capacidad tiempo y ángulos, seleccionando instrumentos y unidades de medida usuales para aplicarlo a la resolución de problemas.
Contenidos: 5. Desarrollo de estrategias personales para medir de manera exacta y aproximada. 11. Cuidado y precisión en el uso de diferentes instrumentos de medida y herramientas tecnológicas, y en el empleo de unidades adecuadas.
Criterio de Evaluación: 7. Describir y resolver situaciones problemáticas de la vida cotidiana, utilizando las nociones de paralelismo, perpendicularidad, giro, traslación, simetría, perímetro y superficie. Interpretar y crear representaciones espaciales de lugares, objetos y situaciones familiares para resolver problemas de la vida cotidiana, estableciendo conexiones entre la realidad y las matemáticas. Emplear aplicaciones informáticas para la exploración y representación del espacio.
Contenidos: 1. Sistema de coordenadas cartesianas. Descripción de posiciones y movimientos por medio de coordenadas, distancias entre puntos situados en rectas horizontales, paralelismos, perpendicularidad, ángulos, giros, etc., utilizando el vocabulario geométrico.

9.2 Anexo II: Fotografía con las partes del timple



9.4 Anexo IV: Acordes del timple



9.5 Anexo V: Notas del diapasón del timple

DIAPASÓN DE TIMPLE

	Sol	Do	Mi	La	Re	
	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	
	Sol #	Do#	Fa	La#	Re#	-1
	La	Re	Fa#	Si	Mi	-2
	La#	Re#	Sol	Do	Fa	-3
	Si	Mi	Sol#	Do#	Fa#	-4
	Do	Fa	La	Re	Sol	-5
	Do#	Fa#	La#	Re#	Sol#	-6
	Re	Sol	Si	Mi	La	-7
	Re#	Sol#	Do	Fa	La#	-8
	Mi	La	Do#	Fa#	Si	-9
	Fa	La#	Re	Sol	Do	-10
	Fa#	Si	Re#	Sol#	Do#	-11
	Sol	Do	Mi	La	Re	-12
	Sol#	Do#	Fa	La#	Re#	-13
	La	Re	Fa#	Si	Mi	-14
	La#	Re#	Sol	Do	Fa	-15
	Si	Mi	Sol#	Do#	Fa#	-16
	Do	Fa	La	Re	Sol	-17
	Do#	Fa#	La#	Re#	Sol#	-18

9.6 Anexo VI: Tablero “Hundimos las notas en el diapasón”

DIAPASON DE TIMPLE

5	4	3	2	1	
					1
					2
					3
					4
					5
					6
					7
					8
					9
					10
					11
					12
					13
					14
					15
					16
					17
					18

DIAPASON DE TIMPLE

5	4	3	2	1	
					1
					2
					3
					4
					5
					6
					7
					8
					9
					10
					11
					12
					13
					14
					15
					16
					17
					18